

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego pt.
"Termomodernizacja budynku mieszkalnego wielorodzinnego
w Gliwicach przy ul. Lipowej 49"

Adres budynku:	<i>ulica:</i> Lipowa 49 <i>kod:</i> 44-100 <i>miejsowość:</i> Gliwice <i>powiat:</i> gliwicki <i>województwo:</i> śląskie
Wykonawca audytu:	<i>imię i nazwisko :</i> Maciej Muzyczuk <i>tytuł zawodowy:</i> mgr inż., audytor energetyczny członek ZAE nr 1761 <i>nr opracowania</i> 05/05/2019

mgr inż. Maciej Muzyczuk
audytor/koordynator energetyczny
członek ZAE nr 1761
nr wpisu do rejestru 9901

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku					
1.	Dane identyfikacyjne budynku Budynek mieszkalny wielorodzinny przy ul. Lipowej 49 w Gliwicach				
1.1	Rodzaj budynku	Budynek mieszkalny wielorodzinny	1.2.	Rok budowy	1900
1.3.	Inwestor:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35B 44-100 Gliwice	1.4. Adres budynku		
	Adres koresp.:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35B 44-100 Gliwice	ul. Lipowa 49 Kod 44-100 Gliwice powiat gliwicki woj. śląskie		
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt: Biuro Doradcze "ALTIMA" s.c. P. Syrek i M. Grabowska 40-599 Katowice, ul. Żeliwna 38 REGON: 240050673 NIP: 6452361107					
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Maciej Muzyczuk, 8052202792, 43-100 Tychy, ul. Rolna 44/3 Ukończone studia podyplomowe "Audytying energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków" Członek ZAE nr 1761; uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej - nr wpisu do rejestru 9901; Weryfikator standardów energetycznych budynków programu NF (nr W017); certyfikowany audytor/ekspert ds.energetycznych programu NF (PolSEFF2, nr W010); Autoryzowany certyfikator energetyczny SCiAE.					
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje					
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu		Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	
1					
2					
3					
5. Miejscowość Tychy		Data wykonania opracowania		01.05.2019	
6. Spis treści 1. Strona tytułowa. 2. Karta audytu energetycznego. 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku. 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku. 5. Ocena stanu technicznego budynku. 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych. 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. 8. Opis wariantu optymalnego.					

mgr inż. Maciej Muzyczuk
audytor/certyfikator energetyczny
nr wpisu do rejestru 9901

2. Karta audytu energetycznego budynku *)

Dla całego budynku

Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	3 + poddasze i piwnice nieogrzewane	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	770	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	458,88	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	458,88	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	-	
7.	Liczba mieszkańców	6	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	7	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	sieć miejska	sieć miejska
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualnie - piece węglowe i etażowe węglowe	sieć miejska
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,70	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1a	Ściany zewnętrzne (frontowa nieocieplona)	1,17	1,17
1b	Ściany zewnętrzne ocieplone	0,26	0,26
1c	Ściany piwnic	1,19	1,19
2	Strop poddasza	1,85	0,15
3	Strop nad piwnicą	1,52	1,52
4	Podłoga w piwnicy	0,39	0,39
5a	Okna zewnętrzne nowe	1,10	1,10
5b	Drzwi zewnętrzne nowe	1,30	1,30
5c	Drzwi zewnętrzne stare	3,90	3,90
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,69	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,97	0,90
3.	Sprawność regulacji	0,71	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	535	535
4.	Liczba wymian [l/h]	0,69	0,69
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	26,14	21,60
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	16,10	16,10
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	174,72	135,87
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	374,34	164,43
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	58,00	58,00

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	105,77	82,25
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	226,62	99,55
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	32,0	45,0
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ wody użytkowej **) [zł]	17,06	17,74
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	3,13	2,56
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł]	0,0	0,0
6.	Inne [zł]	0,0	0,0
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]		170 347,10	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 48,6%
Planowane koszty całkowite [zł]		170 347,10	Premia termomodernizacyjna [zł] 6 315,40
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		3 157,70	
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p>			

Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja na cele audytu

Inne dokumenty:

-

Data wizji lokalnej:

- 13.04.2019

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy):

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku poprzez zabiegi termomodernizacji.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów bądź innych środków wsparcia

Wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji:

Kwota wkładu własnego wynosi	nie określono	zł
Maksymalna kwota kredytu	nie określono	zł

4a. Ogólne dane o budynku

Rok budowy		1900					
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	żelbetowa	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:		Uprzemysłowiona			
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	114,4	11	Liczba klatek schodowych	1		
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	1 052	12	Liczba kondygnacji	3+2		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m3]	769,7	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,03		
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m2]	458,9	14	Liczba osób	7		
5	Pow. korytarzy i klatek [m ²]	-	15	Liczba mieszkań	6		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m2]	-	16	Liczba pom. o powierzchni <50 m ²	-		
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m2] podać przeznaczenie pomieszczeń	-	17	Liczba pom. o powierzchni 50-100 m ²	6		
8	Powierzchnia lokali użytkowych i pomieszczeń ogrzewanych niemieszkalnych [m ²]	0,00	18	Liczba pom. o powierzchni >100 m ²	-		
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²]	458,88	19	Liczba pom z WC w łazience	6		
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba pom. z WC osobno	-		

²⁾ wg PN-ISO 9836 Właściwości użytkowe w budownictwie-Określanie i obliczanie wskaźników pow. i kubaturowych

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek mieszkalny wielorodzinny. Posiada trzy kondygnacje nadziemne mieszkalne oraz poddasze użytkowe nieogrzewne. Budynek jest w całości podpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany murowane z cegły pełnej. Ściana frontowa bez ocieplenia z uwagi na zabytkowy charakter i detale architektoniczne, pozostałe ściany ocieplone. Strop nad piwnicą ceramiczny, nad ostatnią kondygnacją drewniany, dach drewniany kryty papą, a od frontu mansardowy z dachówką.

Stolarka okienna wymieniona na PCW. Drzwi wejściowe od podwórza wymienione na nowe, od frontu drewniane, zabytkowe.

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	26,14
2.	Moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	42,24
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	174,72
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	63,06
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	374,3
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	32,00
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe, a jedno mieszkanie z etażowym gazowym.

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowywana centralnie z wymiennikowni zasilanej z MSC
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	-

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	535

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.

Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym głównie z powodu braku izolacji termicznej stropów nad piwnicą i pod poddaszem. Stolarka okienna została wymieniona na nowszą z PCW. Drzwi zewnętrzne częściowo nowe, jedynie drzwi frontowe stare drewniane.

5.2. System grzewczy

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe, a jedno mieszkanie z etażowym gazowym.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

C.w.u. przygotowywana centralnie z wymiennikowni zasilanej z MSC

5.4. Zbiorne zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p>Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K]</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne nieocieplone $U = 1,17$ - ściany zewnętrzne ocieplone $U = 0,26$ - ściany piwnic $U = 1,19$ - podłoga w piwnicy $U = 0,39$ - strop poddasza $U = 1,85$ - strop nad piwnicą $U = 1,52$ 	<p>Docieplić przegrody zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla ścian $U \leq 0,20$ - dla stropu poddasza $U \leq 0,15$ - dla stropu nad piwnicą $U \leq 0,25$ <p>Uwaga: nie przewiduje się ocieplenia ścian frontowych z uwagi na ich zabytkowy charakter. Nie przewiduje się ocieplenia stropu nad piwnicą z uwagi na niewystarczającą wysokość pomieszczeń</p>
2	<p>Okna -</p> <ul style="list-style-type: none"> nowe z PCW $U = 1,10$ Drzwi stare $U = 3,90$ Drzwi nowe $U = 1,30$ 	<p>Nie przewiduje się wymiany. Brama frontowa jest częścią zabytkowej elewacji.</p>
3	<p>Wentylacja grawitacyjna -</p> <p>Wentylacja działa poprawnie, nie stwierdza się nadmiernego napływu zimnego powietrza w okresie zimowym.</p>	<p>Nie przewiduje się modernizacji.</p>
4	<p>Instalacja centralnego ogrzewania -</p> <p>indywidualne, miejscowe - piece węglowe i gazowe.</p>	<p>Budowa centralnej instalacji ogrzewania wraz z przyłączem do miejskiej sieci ciepłowniczej.</p>
5	<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej -</p> <p>C.w.u. przygotowywana centralnie z wymiennikowni zasilanej z MSC</p>	<p>Nie przewiduje się modernizacji.</p>

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne	Nie przewiduje się - ściana frontowa zabytkowa nie może zostać ocieplona, pozostałe ściany są ocieplone.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropy	Ocieplenie stropu poddasza.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie i infiltrację przez drzwi i okna zewnętrzne	Nie przewiduje się
4.	Poprawa efektywności energetycznej instalacji ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.	Budowa instalacji centralnego ogrzewania wraz z przyłączeniem do miejskiej sieci ciepłowniczej.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonują się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d	dla przegród zewnętrznych	3 797,8	3 797,8	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
	dla stropu poddasza ***	3 797,8	3 797,8	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
	dla stropu piwnic ***	3 085,8	3 085,8	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
dla ogrzewania węglowego **				
O_{0m}, O_{1m}		0,00	0,00	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
O_{0z}, O_{1z}		32,00	32,00	$\text{zł}/\text{GJ}$
A_{b0}, A_{b1} opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$
dla ogrzewania gazowego **				
O_{0m}, O_{1m}		0,00	0,00	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
O_{0z}, O_{1z}		45,00	45,00	$\text{zł}/\text{GJ}$
A_{b0}, A_{b1} opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$
dla ogrzewania elektrycznego **				
O_{0m}, O_{1m}		0,00	0,00	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
O_{0z}, O_{1z}		150,00	150,00	$\text{zł}/\text{GJ}$
A_{b0}, A_{b1} opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$
dla ciepła sieciowego **				
O_{0m}, O_{1m}		0,00	12 568,81	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
O_{0z}, O_{1z}		0,00	41,43	$\text{zł}/\text{GJ}$
A_{b0}, A_{b1} opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$

* liczbę stopniodni przyjęto dla Katowic.

** Przyjęto ceny na podstawie średnich cen rynkowych

*** Liczbę stopniodni dla stropu poddasza przyjęto jak dla przegrody zewnętrznej z uwagi na nieocieplony dach. Dla piwnic przyjęto temperaturę 6,1 stopni na podstawie bilansu cieplnego.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 114,41 m ² A _{kosz} = 114,41 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,035 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2021						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,22	0,24	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		6,29	6,86	7,43
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,54	6,83	7,40	7,97
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁶ ·S _d ·A/R	GJ/a	69,4	5,5	5,1	4,7
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,008	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12·(y ₀ ·q _{0U} ·O _m -y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12·(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		2 183	2 197	2 210
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		210,00	220,00	230,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		24 026	25 170	26 314
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		11,0	11,5	11,9
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,85	0,15	0,14	0,13
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 24 026 zł		SPBT= 11,0 lat		

7.2.4 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{oco} = 174,72 \text{ GJ/a}$

$w_{to} = 1,00$

$w_{do} = 1,00$

$\eta_a = 0,46$

Przewiduje się budowę instalacji centralnego ogrzewania i przyłączenie jej do sieci miejskiej, w tym montaż przewodów instalacji wraz z armaturą, montaż grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K, regulację hydrauliczną instalacji. Przewiduje się podłączenie instalacji do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikownię w budynku.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,69$	$\eta_w = 0,98$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,97$	$\eta_p = 0,90$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,71$	$\eta_r = 0,89$
4	akumulacja ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawnność całkowita systemu	$\eta = 0,47$	$\eta = 0,78$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia -	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby -	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,95$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawnność całkowita systemu grzewczego η	-	0,472	0,785
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,00	0,95
4	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		618,70
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		146 321
6	SPBT	lata		236,5

	ilość	koszt	cena
1. Przyjęto średnie ceny rynkowe wykonania instalacji wewnętrznej co względem 1 m2 powierzchni użytkowej	458,88	250 zł	114 720,00 zł
2. Regulacja hydrauliczna instalacji i regulacja źródła	1,00	10 000 zł	10 000,00 zł
3. Przyjęto koszt wymiennikowni i przyłącza	21,60	1 000 zł	21 601,00 zł
ŁĄCZNIE:			146 321,00 zł

7.2.6. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
0	Budowa instalacji centralnego ogrzewania i węzła ciepłego	146 321	236,5
1	Ocieplenie stropu poddasza	24 026	11,0
<p>Uwagi:</p> <p>Modernizację systemu grzewczego rozpatruje się niezależnie od czasu zwrotu jako konieczną, gdyż tylko dzięki tej modernizacji jest możliwe osiągnięcie pełnego efektu z pozostałych usprawnień.</p>			

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w punkcie 7.3.3.

- instalacja co - budowa instalacji c.o. i wężla ciepłego
- strop poddasza - ocieplenie stropu poddasza

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

	Zakres	
		1
0	instalacja co	x
1	strop poddasza	x

7.3.2. Obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego -					
Lp			Jedn.	stan istn.	wariant 1
1	Sezonowe zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	Q_{co}	GJ	174,72	135,87
2	Zapotrzebowanie mocy na ogrzewanie	q_{co}	kW	26,14	21,60
3	Udział źródeł ciepła	%	-	83,3%	16,7%
				0,0%	
4	Sprawność systemu ogrzewania $\eta = \eta_s \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$	η	-	0,46	0,78
				0,54	
				0,69	
5	Współczynnik przerw dobowych	w_d	-	1,00	0,95
				1,00	
				1,00	
6	Współczynnik przerw tygodniowych	w_t	-	1,00	1,00
7	Sezonowe zapotrzeb. ciepła na ogrzewanie z uwzgl. spraw. systemu	Q_{co}	GJ	320,00	164,43
				54,34	
				0,00	
				374,34	164,43
8	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	O_{co}	zł	17 257,44	14 099,74
9	Zapotrzebowanie ciepła dla cwu z uwzgl. sprawności	Q_{cw}	GJ	58,00	58,00
10	Zapotrzebowanie mocy na c.w.u	q_{cw}	kW	16,10	16,10
11	Sumaryczne zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	Q	GJ	432,34	222,44
12	Procentowa oszczędność ciepła w stosunku do stanu istniejącego	$\Delta Q/Q$	%	-	48,6%
13	Sumaryczne zapotrzebowanie mocy	q	kW	42,24	37,70
14	Oszczędność kosztu w stosunku do stanu istniejącego	ΔQ_r	zł	-	3 157,70
15	Koszt wykonania modernizacji	N_w	zł	-	170 347,10 zł
16	Koszt audytu i inne koszty	N_a	zł	-	0,00 zł
17	Koszt całkowity	N	zł	-	170 347,10 zł

7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
		[zł]	[zł]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • strop poddasza 	170 347,10	3 157,70	48,6%	0,00 0%	34 069,42	27 255,54	6 315,40
					170 347,10 100%			

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- 1 Budowa instalacji centralnego ogrzewania, w tym montaż przewodów wraz z armaturą, grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K. Przyłączenie budynku do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikownię i podłączenie instalacji centralnego ogrzewania. Regulacja hydrauliczna instalacji.
- 3 Ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną o grubości 22 cm ($\lambda \leq 0,035$).

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	170 347,10 zł
Kredyt bankowy:	170 347,10 zł
premia termomodernizacyjna wyniesie:	6 315,40 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	53,9 lat

8.3. Koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej

a) dla stanu istniejącego

$$O_{0co} = 17\,257,44 \text{ zł}$$

$$K_{0co} = O_{0co} / (P \cdot 12) = 3,13 \text{ zł}$$

b) dla stanu po modernizacji

$$O_{1co} = 14\,099,74 \text{ zł}$$

$$K_{1co} = O_{1co} / (P \cdot 12) = 2,56 \text{ zł}$$

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
3. Realizacja robót i odbiór techniczny.
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród.
- Załącznik 2 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
- Załącznik 3 Określenie sprawności poszczególnych systemów grzewczych oraz procentowy udział źródeł ciepła.
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u.
- Załącznik 5 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie.

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	λ W/m ² *K	R m ² *K/W	U, ΔU, U _k W/m ² *K
1a	ściany zewnętrzne nieocieplone	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,02	U = 1,17
		cegła pełna	0,500	0,770	0,65	
		tynk cem-wap	0,015	0,820	0,02	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					0,86	
1b	ściany zewnętrzne ocieplone	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,02	U = 0,26
		styropian	0,120	0,040	3,00	
		cegła pełna	0,500	0,770	0,65	
		tynk cem-wap	0,015	0,820	0,02	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					3,86	
1c	ściany piwnic	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	U = 1,19
		cegła pełna	0,500	0,770	0,65	
		tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					0,84	
2a	strop nad piwnicą	wylewka	0,050	1,050	0,05	U = 1,52
		strop ceramiczny	0,240	-	0,26	
		tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,34	
					0,66	
2b	podłoga w piwnicy	chudy beton	0,200	1,050	0,19	U = 0,39
		papa	0,010	0,180	0,06	
		gruzobeton	0,200	1,000	0,20	
		żwir / grunt	0,150	0,900	0,17	
		R_g opór równoważny			1,96	
					2,57	
3	strop poddasza	wykończenie	0,010	0,200	0,05	U = 1,85
		strop drewniany	0,060	0,220	0,27	
		tynk cem-wap	0,015	0,820	0,02	
		$R_{si}+R_{se}$			0,20	
					0,54	

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń, lub kubatura m ³	Norma, m ³ /h lub krotność wymian h ⁻¹	Strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Część mieszkalna	769,68	0,50	384,84
Razem budynek				384,84
2	strych	188,40	0,50	94,20
3	Piwnice	186,00	0,30	55,80
Ogółem			Ψ =	534,84

Załącznik 3

Określenie poszczególnych sprawności systemów grzewczych i procentowego udziału źródeł ciepła w stanie istniejącym

		piece węglowe	piece gazowe	ogrzewanie elektryczne
1.	Sprawność wytwarzania η_g	0,65	0,87	0,99
2.	Sprawność przesyłania η_d	1,00	0,80	1,00
3.	Sprawność regulacji η_e	0,70	0,77	0,70
4.	Sprawność akumulacji η_s	1,00	1,00	1,00
	Sprawność instalacji $\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e$	0,46	0,54	0,69
5.	Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	1,00	1,00	1,00
6.	Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,00	1,00	1,00
7.	procentowy udział źródeł ciepła	83,33%	16,67%	0,00%
8.	zapotrzebowanie ciepła Q_H GJ/a	145,60	29,12	0,00
9.	zapotrzebowanie ciepła $Q_H * w_d * w_t / \eta$ GJ/a	320,00	54,34	0,00
	SUMA =	374,34		

Załącznik nr 4

$$Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_o) * k_R * t_{UZ} / (1000 * 3600)$$

Kwh/rok

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę na jednostkę powierzchni	$V_{wi} =$ 1,6	dm ³ / m ² *doba
2	Powierzchnia użytkowa	$A_f =$ 459	m ²
3	czas użytkowania	$t_{UZ} =$ 365,00	doby
4	mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C	$k_R =$ 0,90	-
5	ciepło właściwe wody	$c_w =$ 4,19	kJ/(kg*K)
6	gęstość wody	$\rho_w =$ 1 000,00	kg/m ³
7	temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym	$\theta_{cw} =$ 55	°C
8	temperatura wody zimnej	$\theta_o =$ 10,00	°C
9	Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe	$Q_{w,nd} =$ 12 632,19 $Q_{w,nd} =$ 45,48	kWh/rok GJ
10	Sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w, tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e =$ 0,78	-
11	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W} = Q_{w, nd} / \eta_{w, tot} =$ 16 112,48 58,00	kWh/rok GJ
12	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = L_i * V_{cw} =$ 0,734208	m ³ /d
13	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 =$ 0,04	m ³ /h
14	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * p * (\theta_{cw} - \theta_o) / (\eta_g * \eta_d) =$ 0,28	GJ/m ³
15	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * k_t * N_h * 278 =$ 16,10	kW
16	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 328,5 =$ 268,0	m ³
17	Koszt przygotowanie cwu	2 428,29	zł
18	Koszt wody zimnej przy cenie 8,0 zł	$V_{cw} * 8,0 =$ 2 144,00	zł
19	Sumaryczny koszt roczny cwu	4 572,29	zł
20	Średni koszt 1 m ³ cwu	17,06	zł/m ³

Sprawność wytwarzania
Sprawność przesyłu (dystrybucji)
Sprawność akumulacji
Sprawność wykorzystania
Udział źródła
współczynnik nierównomierności

	podgrzewacze gazowe	sieć miejska	średnia
$\eta_g =$	0,85	0,98	0,98
$\eta_d =$	0,80	0,80	0,80
$\eta_s =$	1,00	1,00	1,00
$\eta_e =$	1,00	1,00	1,00
	0,00	1,00	1,00
$N_h =$	5,80		

Załącznik nr 5

**Wyniki zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu
Aquatherm - Polska OZC - cały budynek**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	21,60	135,87
stan istniejący	26,14	174,72

Moc cieplna obliczona wg. Normy PN - EN 12831:2006

Zapotrzebowanie na ciepło obliczona wg. Normy PN-EN ISO 13790:2009